

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANTS : Se-Hong Park et al.
SERIAL NO. : Not Yet Assigned
FILED : November 21, 2003
FOR : AUTOMATIC GAIN CONTROLLER OF OPTICAL FIBER
AMPLIFIER

PETITION FOR GRANT OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

MAIL STOP PATENT APPLICATION
COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. BOX 1450
ALEXANDRIA, VA. 22313-1450

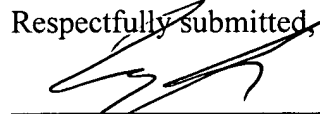
Dear Sir:

Applicant hereby petitions for grant of priority of the present Application on the basis of the following prior filed foreign Application:

<u>COUNTRY</u>	<u>SERIAL NO.</u>	<u>FILING DATE</u>
Republic of Korea	2003-34056	May 28, 2003

To perfect Applicant's claim to priority, a certified copy of the above listed prior filed Application is enclosed. Acknowledgment of Applicant's perfection of claim to priority is accordingly requested.

Respectfully submitted,


Steve S. Cha
Attorney for Applicant
Registration No. 44,069

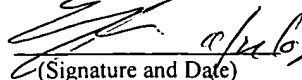
CHA & REITER
210 Route 4 East, Suite 103
Paramus, NJ 07652
(201)226-9245

Date: November 21, 2003

Certificate of Mailing Under 37 CFR 1.8

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to MAIL STOP PATENT APPLICATION, COMMISSIONER FOR PATENTS, P. O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA. 22313-1450 on November 21, 2003.

Steve S. Cha, Reg. No. 44,069
Name of Registered Rep.)


(Signature and Date)



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출 원 번 호 : 10-2003-0034056
Application Number

출 원 년 월 일 : 2003년 05월 28일
Date of Application MAY 28, 2003

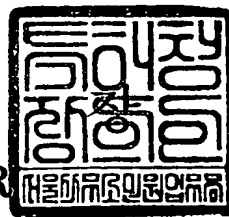
출 원 인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 08 월 12 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0003
【제출일자】	2003.05.28
【국제특허분류】	G02B
【발명의 명칭】	광섬유 증폭기의 자동 이득 제어 장치
【발명의 영문명칭】	AUTOMATIC GAIN CONTROLLER FOR ERBIUM DOPED OPTICAL AMPLIFIER
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이건주
【대리인코드】	9-1998-000339-8
【포괄위임등록번호】	2003-001449-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박세홍
【성명의 영문표기】	PARK, Se Hong
【주민등록번호】	701109-1052518
【우편번호】	140-855
【주소】	서울특별시 용산구 이촌2동 193-3 강변아파트 라동 633호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김상호
【성명의 영문표기】	KIM, Sang Ho
【주민등록번호】	730902-1897419
【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 1030-10 203호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박태성
【성명의 영문표기】	PARK, Tae Sung

【주민등록번호】	640619-1029617		
【우편번호】	449-912		
【주소】	경기도 용인시 구성읍 마북리 삼성래미안 1차 109동 1202호		
【국적】	KR		
【발명자】			
【성명의 국문표기】	황성택		
【성명의 영문표기】	HWANG, Seong Taek		
【주민등록번호】	650306-1535311		
【우편번호】	459-707		
【주소】	경기도 평택시 독곡동 대림아파트 102-303		
【국적】	KR		
【발명자】			
【성명의 국문표기】	송관웅		
【성명의 영문표기】	SONG, Kwan Woong		
【주민등록번호】	710502-1066619		
【우편번호】	463-792		
【주소】	경기도 성남시 분당구 야탑동(장미마을) 현대아파트 836동 307호		
【국적】	KR		
【심사청구】	청구		
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이건주 (인)		
【수수료】			
【기본출원료】	20	면	29,000 원
【가산출원료】	6	면	6,000 원
【우선권주장료】	0	건	0 원
【심사청구료】	9	항	397,000 원
【합계】	432,000		원

【요약서】

【요약】

본 발명은 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어 장치에 관한 것으로, 본 발명은 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어 장치에 있어서, 상기 광섬유 증폭기로 입력되는 광신호 중 일부를 전기신호로 변환하여 출력하는 제1 광전변환부와; 상기 광섬유 증폭기로부터 출력되는 광신호 중 일부를 전기신호로 변환하여 출력하는 제2 광전변환부와; 상기 제1 광전변환부의 출력을 모니터링하면서 채널수 변화 발생시 펄스 형태의 파형을 생성하는 과도현상 억제부와; 상기 과도현상 억제부의 출력신호와 상기 제1 광전변환부의 출력신호의 합을 상기 제2 광전변환부의 출력신호와 비교하는 비교부와; 상기 과도현상 억제부의 출력신호와 상기 비교부의 출력신호에 응답하여 펌프 제어신호를 출력하는 제어부와; 상기 펌프 제어 신호의 입력에 응답하여 상기 광섬유 증폭기에 펌핑광을 공급하는 제1 펌핑광원부를 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.

【대표도】

도 4

【색인어】

과도현상 억제, 자동 이득 제어, 과도 응답 특성

【명세서】**【발명의 명칭】**

광섬유 증폭기의 자동 이득 제어 장치{AUTOMATIC GAIN CONTROLLER FOR ERBIUM DOPED OPTICAL AMPLIFIER}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 기술에 따른, 피드백 방식을 이용한 광섬유 증폭기의 일 구성예를 나타낸 도면,

도 2는 종래 다른 기술에 따른, 시상수가 $10\mu\text{s}$ 일 경우 입력 채널수의 변화에 따른 광섬유 증폭기내 생존 채널의 광파워 변화량을 나타낸 도면,

도 3은 종래 다른 기술에 따른, 시상수가 $74\mu\text{s}$ 일 경우 입력 채널수의 변화에 따른 광섬유 증폭기내 생존 채널의 광파워 변화량을 나타낸 도면,

도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어장치 (AGC-EDFA)의 구성을 나타낸 도면,

도 5는 입력되는 채널수가 변할 때(5a) 과도현상 억제기를 통해 생성되는 파형(5b)을 나타낸 도면,

도 6은 입력되는 채널수가 변할 때(6a) 제1 가산기를 통과한 후의 신호 파형(5b)을 나타낸 도면,

도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어장치 (AGC-EDFA)의 구성을 나타낸 도면,

도 8은 시상수가 $10\mu s$ 일 경우 입력 채널수의 변화에 따른 본 발명의 제2 실시예의 광섬유 증폭기내 생존 채널의 광파워 변화량을 나타낸 도면.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<9> 본 발명은 파장분할다중화 방식(Wavelength Division Multiplexing; WDM) 광섬유 증폭기(Erbium Doped Fiber Amplifier; EDFA)에 관한 것으로, 특히 입력 채널수의 변화가 발생한 경우 채널당 이득을 일정하게 하는 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어 장치(Automatic Gain Control; AGC)에 관한 것이다.

<10> 광전송 시스템에서 망의 재배열, 신호 채널의 분기/결합(drop/add) 및 전송선로의 장애 등으로 인하여 다중화 되는 채널수의 변화가 발생하게 된다. 이와 같은 원인에 의해 발생하는 광섬유 증폭기내 입력 채널수의 변화(입력 광파워의 변화)는 이득을 결정짓는 어븀첨가 광섬유(Erbium-Doped Fiber; EDF)의 밀도 반전율을 순간적으로 변화시키고 이로 인하여 광섬유 증폭기 내에 남아 있는 잔존채널(surviving channel)들은 과도적인 출력 파워 변화(power excursion)를 겪게 된다. 이러한 출력 파워의 과도적인 변화는 광섬유 내에서 비선형 현상을 유발시키거나, 신호 대 잡음비를 저하시켜 광전송 시스템의 성능을 제한하는 원인이 된다. 이를 해결하기 위한 방안으로 입력 채널수의 변화에 상관없이 항상 일정한 이득을 갖는 자동 이득 제어(AGC) 광섬유 증폭기가 제안되었다. 이러한 자동 이득 제

어 모드가 추가 기능으로 포함된 광섬유 증폭기 제품 중 상당수가 펌프 레이저 다이오드(Pump LD)의 바이어스 전류를 전기적으로 제어하는 방식을 주로 채택하고 있는데, 이는 광학적으로 구현된 자동 이득 제어 광섬유 증폭기보다 구성이 편리하고 간단한 제어회로를 통하여 용이하게 구현할 수 있기 때문이다. 광섬유 증폭기 내 펌프 레이저 다이오드의 바이어스 전류를 제어하여 자동 이득 제어를 구현하는 방식은 일반적으로 피드-포워드(feedforward) 방식, 피드백(feedback) 방식 그리고 마이크로 컨트롤러를 이용한 방식이 있다.

<11> 피드-포워드 방식은 광섬유 증폭기의 입력부에 위치한 광 탭 커플러(optical tap coupler)의 한쪽에 연결된 핀-포토다이오드(PIN-PD)를 통해 들어오는 전류를 전압으로 변환한 후, 이 전압값을 펌프 레이저다이오드의 바이어스 전류 구동기(bias current driver)에 직접 연결하여 제어하는 것이다. 피드-포워드 방식은 제어속도가 빠르고 회로 구성이 간단하다는 장점이 있으나, 광섬유 증폭기에 사용되는 광학/전자소자의 특성 변화에 민감하여 정확한 제어가 어려운 단점이 있다.

<12> 상기 피드-포워드 방식에 비해 안정성을 확보할 수 있는 방안으로 현재 대부분의 자동 이득 제어 광섬유 증폭기에서는 피드백 방식이 사용되고 있다.

<13> 도 1은 피드백 방식을 이용한 종래 광섬유 증폭기의 일 구성예를 나타낸 도면이다.

<14> 도 1을 참조하면, 피드백 방식은 광섬유 증폭기의 출력부에 위치한 광 탭 커플러(2)의 한쪽에 연결된 핀-포토다이오드(3)를 통해 들어오는 전류를 전압으로 변환한 후(TIA2, 4), 이 값을 차동증폭기(5)의 '+' 단자로 피드백 시킨다. 대개 이

값을 현재값 또는 실제값이라 부른다. 이때 PI(proportional & integral) 제어기(6)는 차동증폭기의 '-' 단자로 들어오는 기준값(광섬유 증폭기의 입력부에 위치한 핀-포토다이오드를 통해 전압으로 바뀌어 들어오는 채널수에 비례하는 전압값)과 피드백 받은 현재값을 비교하면서 이 값들이 서로 같아질 때까지 동작하며, 펌프 LD(7)를 구동하기 위한 바이어스 전류를 출력하는 펌프 LD 구동부(8)를 제어하게 된다. 참조번호 2', 3', 4'는 각각 광섬유 증폭기(1)의 입력부에 위치한 광 탭 커플러, 핀-포토다이오드, TIA1(Trans Impedance Amplifier)을 나타내며, 9는 가산기, 10은 과도현상 억제기(suppressor), 11은 이득증폭기를 각각 나타낸다.

<15> 그러나, 상기 종래의 피드백 방식의 PI 제어는 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이 광섬유 증폭기의 입력부로 들어오는 입력 채널수의 변화량이 커질수록 즉, 입력 광파워의 변화량이 커질수록 과도 파워 편위(transient power excursion)와 과도 응답 시간(transient response time)이 나빠지는 특성을 가지고 있어, 입력 채널의 조건이 바뀔 때마다 과도현상을 최적화시킬 수 있는 시상수(time constance; τ)를 일일이 설정해 주어야 하는 단점을 가지고 있어서 별도의 억제방법이 요구된다. 도 2는 시상수가 $10\mu\text{s}$ 일 경우 채널 변화에 따른 광섬유내 생존 채널의 광파워 변화량을 나타낸 것이고, 도 3은 시상수가 $74\mu\text{s}$ 일 경우 채널 변화에 따른 광섬유내 생존 채널의 광파워 변화량을 나타낸 도면이다. 시상수를 $10\mu\text{s}$ 에서(도 2) $74\mu\text{s}$ 로 변경 설정하였을 경우(도 3) 과도 파워 편위(A) 현상은 어느 정도 개선되는 반면, 과도 응답 시간(B)이 길어지는 단점이 있음을 알 수 있다.

<16> 한편, 마이크로 컨트롤러 방식은 마이크로 컨트롤러 내부에서 PI 연산을 실

행하고 이 결과를 디지털/아날로그 변환기(D/A converter)를 통해 바이어스 전류 구동기로 보내어 제어하는 방식이다. 그러나, 마이크로 컨트롤러 방식은 사용되는 마이크로 컨트롤러 내부 연산처리속도가 중요한 파라미터로서 현재 상용화된 칩으로서는 광섬유 증폭기의 과도현상을 제어하는데 속도의 한계성을 가지고 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <17> 따라서, 본 발명의 목적은 광섬유 증폭기로 들어오는 입력 채널수의 변화가 발생한 경우에 과도 응답(transient response) 특성이 최소화 되도록 하는 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어 장치를 제공하는데 있다.
- <18> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 광섬유 증폭기의 과도 응답 특성을 최소화 하기 위해 과도 억제 신호를 출력하는 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어 장치에 있어서,
- <19> 상기 광섬유 증폭기로 입력되는 광신호 중 일부를 전기신호로 변환하여 출력하는 제1 광전변환부와; 상기 광섬유 증폭기로부터 출력되는 광신호 중 일부를 전기신호로 변환하여 출력하는 제2 광전변환부와; 상기 제1 광전변환부의 출력을 모니터링하면서 채널 수 변화 발생시 펄스 형태의 파형을 생성하는 과도현상 억제부와; 상기 과도현상 억제부의 출력신호와 상기 제1 광전변환부의 출력신호의 합을 상기 제2 광전변환부의 출력신호와 비교하는 비교부와; 상기 과도현상 억제부의 출력신호와 상기 비교부의 출력신호에 응답하여 펌프 제어신호를 출력하는 제어부와; 상기 펌프 제어 신호의 입력에 응답하여 상기 광섬유 증폭기에 펌핑광을 공급하는 제1 펌핑광원부를 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.

- <20> 바람직하게는, 상기 광섬유 증폭기에 고정된 바이어스 전류를 제공하는 제2 펌핑광 원부를 더 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.
- <21> 더욱 바람직하게는, 상기 광섬유 증폭기의 입력 파워 변화 또는 온도 변화에 따른 자연방출광(Amplified Spontaneous Emission)의 파워에 의한 오프셋(offset)을 보상하는 마이크로 컨트롤부(Micro Control Unit)을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <22> 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따른 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어 장치는 제1 및 제2 광섬유 증폭기를 구비하여 입력 광신호를 증폭하는 광섬유 증폭부와; 상기 입력 광신호 중 일부를 전기신호로 변환하여 출력하는 제1 광전변환부와; 상기 증폭부로부터 출력되는 광신호 중 일부를 전기신호로 변환하여 출력하는 제2 광전변환부와; 펌프 제어 신호의 입력에 응답하여 상기 제1 광섬유 증폭기에 고정된 바이어스 전류를 공급하는 제1 펌핑광원부와; 상기 제1 광전변환부의 출력을 모니터링하면서 채널수 변화 발생시 펄스 형태의 파형을 생성하는 과도현상 억제부와; 상기 과도현상 억제부의 출력신호와 상기 제1 광전변환부의 출력신호의 합을 상기 제2 광전변환부의 출력신호와 비교하는 비교부와; 상기 과도현상 억제부의 출력신호와 상기 비교부의 출력신호에 응답하여 펌프 제어신호를 출력하는 제어부와; 상기 펌프 제어 신호의 입력에 응답하여 상기 제2 광섬유 증폭기에 펌핑광을 공급하는 제2 펌핑광원부를 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.

【발명의 구성 및 작용】

- <23> 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 도면에서 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한

동일한 참조번호 및 부호로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다.

- <24> 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어장치(AGC-EDFA)의 구성을 나타낸 도면이다.
- <25> 본 발명의 과도현상 억제장치(transient suppressor)가 내장된 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어장치(AGC-EDFA)는 크게 증폭부(100)와 자동 이득 제어부(200)로 구성된다.
- <26> 상기 증폭부(100)는 입력단(Input)에 위치한 제1 광결합기(10)에 의해 파워가 분할된 입력 광신호를 증폭하여 출력하며, 제1 광아이솔레이터(110), WSC(Wavelength Selective Coupler, 120), 어븀 첨가 광섬유(EDF, 130) 및 제2 광아이솔레이터(140)를 포함하여 구성된다. 상기 제1 및 제2 광 아이솔레이터(110, 140)는 상기 광신호가 출력방향과 역방향으로 진행하는 것을 최소화하며, 상기 역방향의 광은 펌핑광, 반사광 등의 광을 말한다. 상기 WSC(120)는 펌프(231)의 출력광과 입력부에서 들어오는 신호를 하나로 결합한다. 상기 어븀첨가 광섬유(130)는 여기된 어븀 이온의 유도 방출 효과를 이용하여 상기 입력된 광신호를 증폭하여 출력한다. 이때, 상기 어븀첨가 광섬유의 증폭이득은 입력되는 펌핑광의 세기에 의해 조절된다.
- <27> 상기 자동 이득 제어부(200)는 입력 채널수의 변화에 무관하게 항상 일정한 이득을 갖도록 제어하는 기능을 수행하며, 제1 광전변환부(210), 제2 광전변환부(220), 펌핑광원부(230) 및 제어부(240)를 포함하여 구성된다.

- <28> 상기 제 1 광전변환부(210)는 상기 제1 광결합기(10)에 의해 파워가 분할되며 입력 광파워에 비례하는 전류가 흐르는 제1 편-포토다이오드(211), 상기 전류를 전압으로 변환하는 제1 트랜스임피던스 증폭기(TIA1, 212), 광섬유 증폭기(EDFA)의 이득(optical gain)에 해당하는 이득(G) 값만큼 증폭하는 이득증폭기(213)를 구비한다.
- <29> 상기 제 2 광전변환부(220)는 출력단(Output)에 위치한 제2 광결합기(20)에 의해 파워가 분할된 광신호를 전기신호로 변환하여 출력하며, 제2 광전변환기(221), 제2 트랜스임피던스 증폭기(TIA2, 222)를 구비한다.
- <30> 상기 펌핑 광원부(230)는 특정 파장의 펌핑광을 출력하는 펌핑 광원(231), 상기 펌핑 광원을 구동하기 위한 바이어스 전류를 출력하는 펌핑광원 구동부(232), 레이저 다이오드, 레이저 발광 다이오드 등으로 구현되는 상기 펌핑 광원(231)이 외부 온도와 무관하게 안정된 동작을 수행하도록 하는 TEC(233)를 구비한다.
- <31> 상기 제어부(240)는 상기 제1 광전변환부(210)의 출력값과 상기 제2 광전변환부(220)의 출력값이 일정하게 유지되도록 상기 펌핑 광원부(230)를 제어하는 기능을 수행하며, 과도현상 억제기(241), P제어기(242), 제1 내지 제3 가산기(243, 246, 248), 차동 증폭기(244), I제어기(245), 리미터(247)를 구비한다. 또한, 온도 변화에 따른 자연방출광(Amplified Spontaneous Emission ; ASE)의 파워를 보상할 수 있도록 P_{ASE} (249), 마이크로 컨트롤러부(Micro Controller Unit; MCU, 250)을 더 구비한다.
- <32> 상기 구성을 갖는 본 발명의 동작은 다음과 같다.
- <33> 다시 도 4를 참조하면, 입력단(Input)을 통해 광신호가 입사하면, 제1 광커플러(10)는 10:90의 비율로 입력 광신호를 분할한다. 90% 비율의 광신호는 제1 아이솔레이터

(110)를 통해 WSC(120)로 입력되고, 10% 비율의 광신호는 제1 광전변환부(210)의 핀-포토다이오드(211)에 의해 입력 광파워에 비례하는 전류가 흐르게 되고 이 전류는 전류-전압 변환기인 TIA1(212)을 지나 전압값으로 변환된다. TIA1(212)을 지나 변환된 전압값에는 이득 증폭기(213)에 의해 광섬유 증폭기의 이득(optical gain)에 해당하는 이득(G)이 곱해지게 된다. 마찬가지로 출력단(Output)에 위치한 제2 광전변환부(220)의 핀-포토다이오드(221)를 통해 흐르는 전류는 TIA2(222)를 지나 전압값으로 변환된다.

<34> 상기 제1 광전변환부(210)의 출력은 과도현상 억제기(241)와 제1 가산기(243)에 입력된다. 상기 과도현상 억제기(241)는 제1 광전변환부(210)의 출력을 모니터링하면서 채널수 변화 발생시 펄스 형태의 파형을 출력하는 미분기로 구성된다.

<35> 도 5는 입력되는 채널수가 변할 때(5a) 과도현상 억제기(241)를 통해 생성되는 파형(5b)을 나타낸다. 이때, 미분기의 시상수($\tau = R \times C$)는 입력되는 모든 입력 파워 조건에 대해 적절히 동작할 수 있도록 $10\mu s$ 로 설정한다. 이렇게 과도현상 억제기(241)로부터 생성된 파형 중 하나는 P제어기(242)로 입력되고, 다른 하나는 상기 제1 광전변환부(210)의 출력과 함께 제1 가산기(243)를 통해 상기 차동 증폭기(244)의 '-' 단자로 입력된다. 이렇게 하면, 차동증폭기(244)의 출력에는 순간적으로(시상수 시간동안) 더 큰 에러신호(E)가 생성되는데 이 에러신호 또한 P제어기(242)를 강하게 동작시키는 역할을 하고, 바로 P 제어기로 입력되는 신호 또한 유사한 역할을 하게 된다.

<36> 도 6은 입력되는 채널수가 변할 때(6a) 제1 가산기(243)를 통과한 후의 신호 파형(5b)을 나타낸다. 상기 에러신호(E)가 0(zero)이 되도록 P제어(242) 및 I제어(245)는 동작되며, 제2 가산기(246)를 통한 신호에 의해 펌프 제어신호를 출력함으로써 이득 제어를 수행한다. 상기 제어신호는 리미터(247)를 통해 상기 펌핑 광원부(230)의 펌핑 광원

구동부(232)로 입력되어 펌핑 광원(231)을 구동하기 위한 바이어스 전류를 출력한다. 펌핑 광원(231)은 상기 바이어스 전류에 따라 특정파장의 광신호를 생성하며, WSC(120)를 통해 입력 광신호(90% 광신호)와 결합됨으로써 어븀 첨가 광섬유(130)로 입사하게 된다.

<37> 한편, 입력 파워의 변화량이 커지는 경우(남아 있는 생존 채널수가 적은 경우) 또는 온도가 변하는 경우 ASE 파워에 의한 효과도 함께 커져서 이득 오프셋(gain offset)이 발생하게 된다. 이 경우 어떤 기준값을 설정한 후 이를 보상해 주어야 한 하는데 이를 위하여 P_{ASE} (249), 마이크로 컨트롤러부(Micro Controller Unit; MCU, 250)을 더 구비한다. 마이크로 컨트롤러부(MCU, 250)는 내부에 포함된 아날로그/디지털(analog to digital) 변환기(미도시)를 통해 입.출력되는 전압값을 실시간으로 받아들이도록 하였으며 만약 온도 변화가 발생하게 되면 내부에 내장되어 있는 온도센서(미도시)를 통하여 25℃에 대하여 설정된 기준값으로부터 얼마만큼의 변화량이 발생했는지를 파악하여 내부 연산을 실행한 후 그 결과값(변화분)을 내부에 포함된 디지털/아날로그(digital to analog) 변환기(미도시)를 통해 P_{ASE} (249)로 출력한다. P_{ASE} (249)는 25℃를 기준으로 ASE 파워에 의해 발생하는 이득 오프셋(gain offset)을 보상하는 기능을 수행한다.

<38> 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어장치(AGC-EDFA)의 구성을 나타낸 도면으로, 본 실시예는 제1 펌프 및 제2 펌프로 이루어진 2-펌프 제어구조를 갖는다. 본 실시예는 전술한 제1 실시예와 마찬가지로 증폭부(300)와 자동 이득 제어부(400)로 구성되며, 제 1 실시예의 구성에 2-펌프 제어를 위한 제2 어븀첨가 광섬유(350)와 제2 펌핑광원부(450)를 더 포함한다. 본 실시예의 구성 및 동작설명에서는 중복기재를 피하기 위하여 2-펌프 제어구조에 대해서만 설명하고자 한다.

- <39> 도 4 및 도 7을 참조하면, 제1 펌핑광원부(430)는 도 4의 펌핑광원(230)과 마찬가지로 자동이득제어용으로 사용되며, 제 2 펌핑광원부(450)는 고정된 바이어스 전류(fixed current)를 생성하기 위해 사용된다.
- <40> 상기 제2 펌핑광원부(450)는 펌핑광원(451), 후방 포토다이오드(Back PD, 452), TIA3(453), 차동증폭기(454), PI 제어기(455), 가산기(456), 펌핑광원 구동부(457)를 포함한다. 펌핑광원(451)은 후방 포토다이오드(Back PD, 452)로부터 피드백 되는 신호와 제어부(440)에 위치한 마이크로 컨트롤부(441)의 출력신호를 가산기(456)로 보내고 그 출력값은 PI 제어기(455)를 통해 고정된 바이어스 전류를 생성한다. 이와 같이 바이어스 전류를 고정시켜 사용할 경우 낮은 잡음지수(Noise Figure; N.F.) 특성을 갖는다.
- <41> 도 8은 시상수가 $10\mu s$ 일 경우 입력 채널수의 변화(a)에 따른 본 발명의 제2 실시예의 광섬유 증폭기의 광파워 변화량(b)을 나타낸 도면이다. 도 2와 비교해 볼 때, 과도 파워 편위(A') 특성과 과도 응답 시간(B')이 크게 개선됨을 알 수 있다.
- <42> 한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

【발명의 효과】

- <43> 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어 장치에 의해 과도현상 억제기로부터 생성된 신호를 P제어기로도 입력하여 P 제어기를 미리 동작시키는

역할을 수행함으로써 한번 결정된 짧은 시상수는 광섬유 증폭기(EDFA)로 입력되는 채널수의 조건이 변하더라도 과도 응답 특성(transient response)에는 큰 영향을 주지 않고 효과적으로 제어할 수 있다. 또한, 광섬유 증폭기(EDFA)로 입력되는 채널수의 변화가 큰 경우나 온도 변화 발생시 ASE 파워에 대한 효과를 보상할 수가 있어 일정 입력 범위 대하여 자동 이득 제어(AGC)를 구현할 수가 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

광섬유 증폭기의 과도 응답 특성을 최소화하기 위해 과도 억제 신호를 출력하는 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어 장치에 있어서,

상기 광섬유 증폭기로 입력되는 광신호 중 일부를 전기신호로 변환하여 출력하는 제1 광전변환부와;

상기 광섬유 증폭기로부터 출력되는 광신호 중 일부를 전기신호로 변환하여 출력하는 제2 광전변환부와;

상기 제1 광전변환부의 출력을 모니터링하면서 채널수 변화 발생시 펄스 형태의 파형을 생성하는 과도현상 억제부와;

상기 과도현상 억제부의 출력신호와 상기 제1 광전변환부의 출력신호의 합을 상기 제2 광전변환부의 출력신호와 비교하는 비교부와;

상기 과도현상 억제부의 출력신호와 상기 비교부의 출력신호에 응답하여 펌프 제어신호를 출력하는 제어부와;

상기 펌프 제어 신호의 입력에 응답하여 상기 광섬유 증폭기에 펌핑광을 공급하는 제1 펌핑광원부를 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어 장치.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서, 상기 제어부는

상기 과도현상 억제부의 출력신호 또는 상기 비교부의 출력신호에 응답하여 동작하는 P제어기와,

상기 비교부의 출력신호에 응답하여 동작하는 I제어기로 구성됨을 특징으로 하는 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어 장치.

【청구항 3】

제 2 항에 있어서, 상기 광섬유 증폭기의 순간적인 입력 변화에 대하여 상기 P제어기를 지연 없이 동작시키도록 상기 과도현상 억제부의 출력신호는 상기 P제어기와 상기 비교부에 각각 입력됨을 특징으로 하는 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어 장치.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서, 상기 광섬유 증폭기에 고정된 바이어스 전류를 제공하는 제2 펄스 발생부를 더 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어 장치.

【청구항 5】

제 1 항 또는 제 4 항에 있어서, 상기 광섬유 증폭기의 입력 파워 변화 또는 온도 변화에 따른 자연방출광(Amplified Spontaneous Emission)의 파워에 의한 오프셋(offset)을 보상하는 마이크로 컨트롤부(Micro Control Unit)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어 장치.

【청구항 6】

제1 및 제2 광섬유 증폭기를 구비하여 입력 광신호를 증폭하는 광섬유 증폭부와;

상기 입력 광신호 중 일부를 전기신호로 변환하여 출력하는 제1 광전변환부와;

상기 증폭부로부터 출력되는 광신호 중 일부를 전기신호로 변환하여 출력하는 제2 광전변환부와;

펌프 제어 신호의 입력에 응답하여 상기 제1 광섬유 증폭기에 고정된 바이어스 전류를 공급하는 제1 펌핑광원부와;

상기 제1 광전변환부의 출력을 모니터링하면서 채널수 변화 발생시 펄스 형태의 파형을 생성하는 과도현상 억제부와;

상기 과도현상 억제부의 출력신호와 상기 제1 광전변환부의 출력신호의 합을 상기 제2 광전변환부의 출력신호와 비교하는 비교부와;

상기 과도현상 억제부의 출력신호와 상기 비교부의 출력신호에 응답하여 펌프 제어 신호를 출력하는 제어부와;

상기 펌프 제어 신호의 입력에 응답하여 상기 제2 광섬유 증폭기에 펌핑광을 공급하는 제2 펌핑광원부를 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어 장치.

【청구항 7】

제 6 항에 있어서, 상기 제어부는

상기 과도현상 억제부의 출력신호 또는 상기 비교부의 출력신호에 응답하여 동작하는 P제어기와,

상기 비교부의 출력신호에 응답하여 동작하는 I제어기로 구성됨을 특징으로 하는 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어 장치.

【청구항 8】

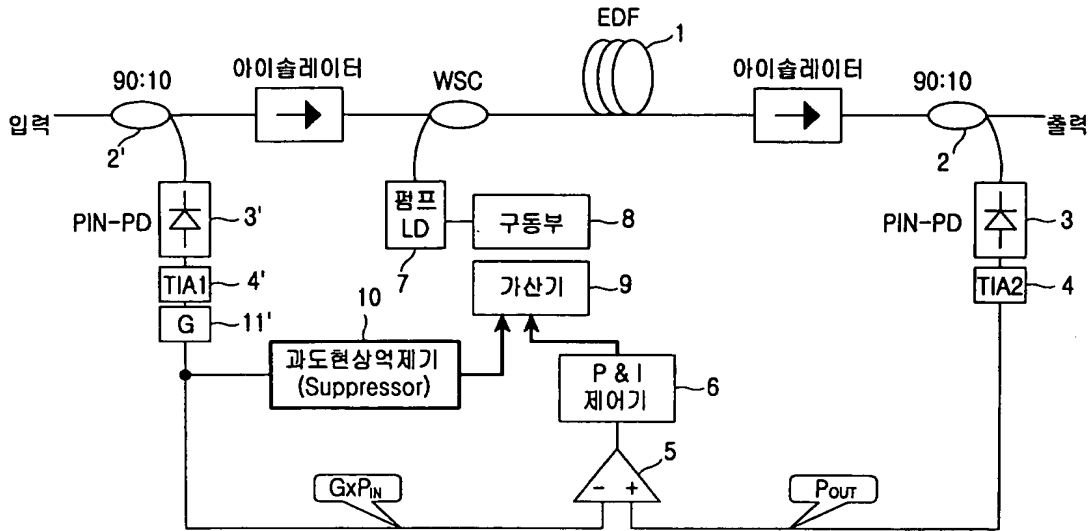
제 7 항에 있어서, 상기 광섬유 증폭기의 순간적인 입력 변화에 대하여 상기 P제어기를 지연 없이 동작시키도록 상기 과도현상 억제부의 출력신호는 상기 P제어기와 상기 비교부에 각각 입력됨을 특징으로 하는 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어 장치.

【청구항 9】

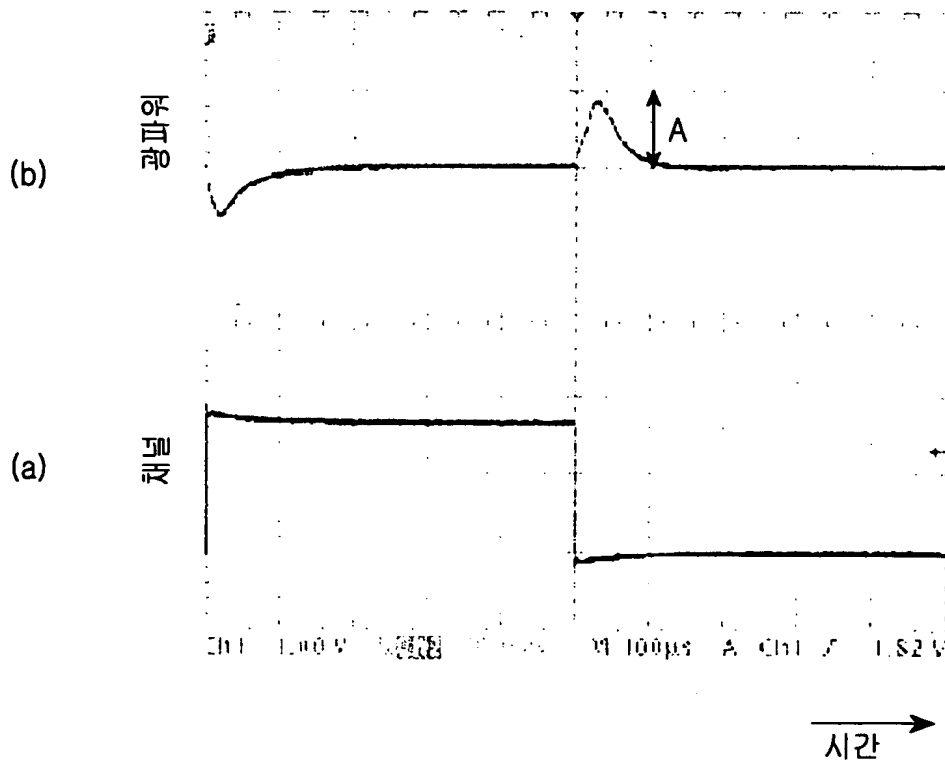
제 6 항에 있어서, 상기 광섬유 증폭기의 입력 파워 변화 또는 온도 변화에 따른 자연방출광(Amplified Spontaneous Emission)의 파워에 의한 오프셋(offset)을 보상하는 마이크로 컨트롤부(Micro Control Unit)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광섬유 증폭기의 자동 이득 제어 장치.

【도면】

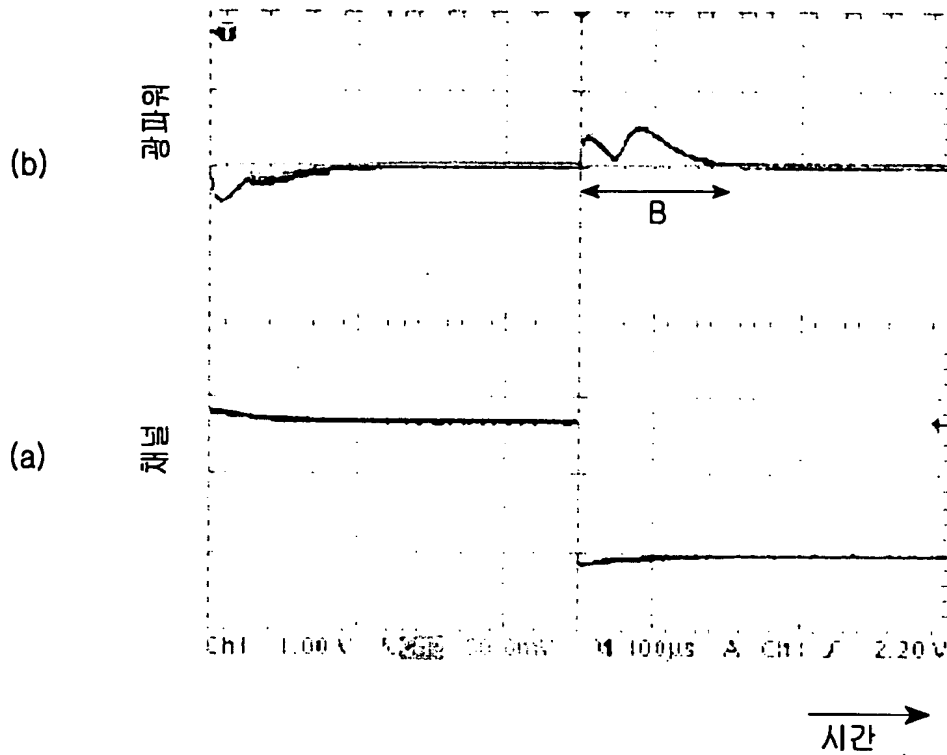
【도 1】



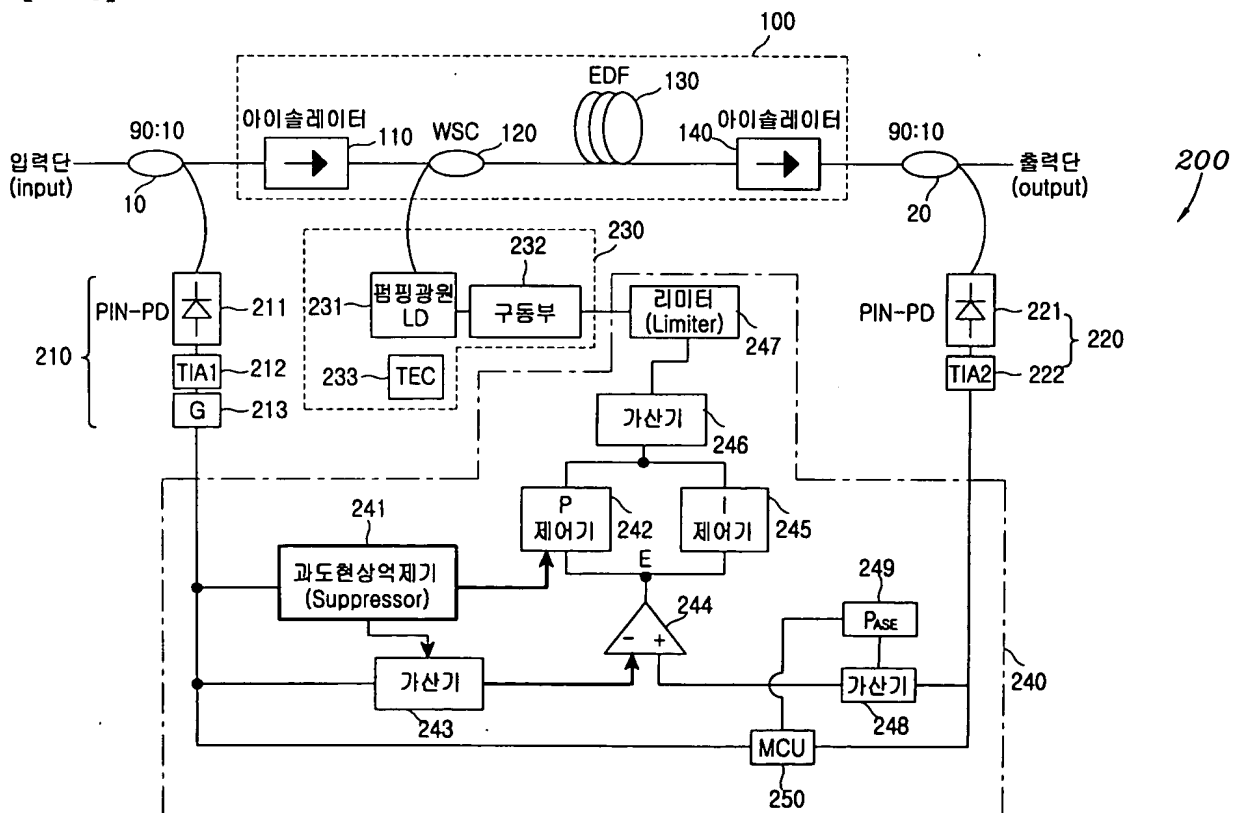
【도 2】



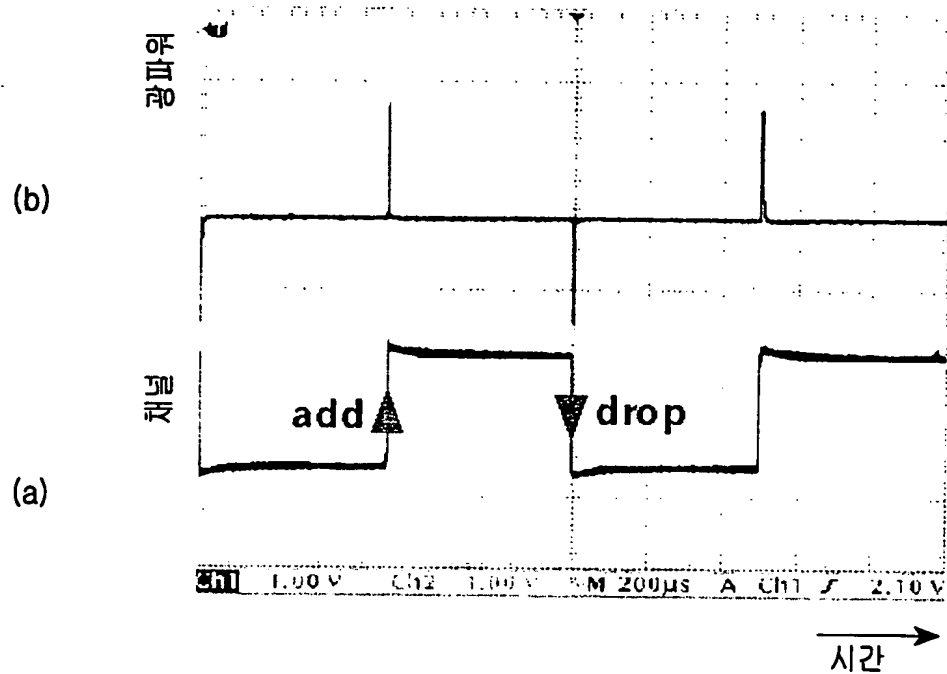
【도 3】



【도 4】



【도 5】



【도 6】

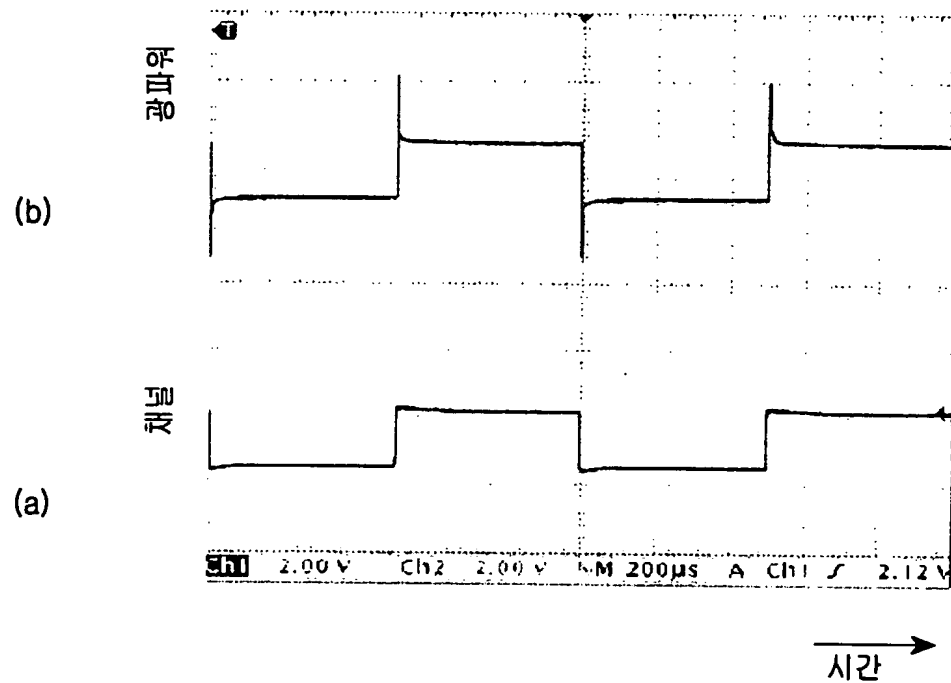


Figure 1 consists of two parts. Part (a) is a schematic diagram of the experimental setup. It shows a voltage source connected to a sample. A photodiode is connected to the sample and a current-to-voltage converter. Part (b) is an oscilloscope trace showing the photodiode current response to a voltage step. The trace shows a sharp rise in current followed by a decay. The peak current is labeled A' and the time constant is labeled B'.